

DERWENT-ACC-NO: 2003-517537

DERWENT-WEEK: 200349

COPYRIGHT 2004 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Piezoelectric material thin film for
inkjet recording head, comprises piezoelectric thin
film containing IIA group element(s) added to lead
zirconate titanate crystal having preset ratio of lattice
constant to shaft length

PATENT-ASSIGNEE: SEIKO EPSON CORP[SHIH]

PRIORITY-DATA: 2001JP-0329769 (October 26, 2001)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PAGES	PUB-DATE	MAIN-IPC
JP 2003133604 A		May 9, 2003	
009	H01L 041/08		N/A

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
JP2003133604A	N/A	2001JP-
0329769	October 26, 2001	

INT-CL (IPC): B41J002/045, B41J002/055 , B41J002/16 ,
C04B035/49 ,
H01L041/08 , H01L041/09 , H01L041/187 , H01L041/22

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2003133604A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - A piezoelectric thin film material (100) has a
piezoelectric thin

film (43) provided between a lower electrode (42) and an upper electrode (44).

The piezoelectric thin film contains IIA group element(s) added to lead

zirconate titanate (PZT) crystal having rhombohedral crystal structure with a shaft length (c) to lattice constant (a) ratio (c/a) of 1.000-1.005.

DETAILED DESCRIPTION - The IIA group element is beryllium, calcium, magnesium or barium. The lower electrode contains titanium, platinum and/or iridium.

INDEPENDENT CLAIMS are included for the following:

- (1) an inkjet recording head;
- (2) an inkjet printer; and
- (3) the manufacture of piezoelectric material.

USE - Used for an inkjet recording head used for inkjet printers (both claimed).

ADVANTAGE - The piezoelectric material thin film has high reliability, and is free from crystal distortions.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the perspective view of an inkjet printer.

Lower electrode 42

Piezoelectric thin film 43

Upper electrode 44

Piezoelectric material thin film 100

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/6

TITLE-TERMS: PIEZOELECTRIC MATERIAL THIN FILM RECORD HEAD
COMPRISE

PIEZOELECTRIC THIN FILM CONTAIN GROUP ELEMENT
ADD LEAD ZIRCONATE

TITANATE CRYSTAL PRESET RATIO LATTICE CONSTANT
SHAFT LENGTH

DERWENT-CLASS: L03 P75 T04 U14

CPI-CODES: L03-D01B; L03-D04G;

EPI-CODES: T04-G02A; U14-H01B;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C2003-139563

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2003-410406

PAT-NO: JP02003133604A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003133604 A

TITLE: PIEZO-ELECTRIC THIN FILM ELEMENT AND
MANUFACTURING METHOD THEREOF AS WELL AS INK JET
RECORDING HEAD AND INK JET PRINTER EMPLOYING THE ELEMENT

PUBN-DATE: May 9, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SUMI, KOJI

COUNTRY

N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

SEIKO EPSON CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP2001329769

APPL-DATE: October 26, 2001

INT-CL (IPC): H01L041/08, B41J002/045 , B41J002/055 ,
B41J002/16 , C04B035/49
 , H01L041/09 , H01L041/187 , H01L041/22

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a piezo-electric thin film element, excellent in characteristics, and the manufacturing method of the same by optically controlling the crystallizing condition of the piezo-electric thin film.

SOLUTION: The piezo-electric thin film element 100 is provided with a lower electrode 42, a piezo-electric body thin film 43 provided above the lower electrode 42 and an upper electrode 44 provided above the piezo-electric thin film 43. The piezo-electric thin film 43 is constituted by adding at least one kind of IIA family element in the periodic table to a PZT crystal having a ratio (c/a) of the length of an (a) axis to that of a (c) axis is a lattice constant of higher than 1.000 and lower than 1.0005 while provided with the crystal structure of a rhombohedral system.

COPYRIGHT: (C) 2003, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-133604

(P2003-133604A)

(43) 公開日 平成15年5月9日(2003.5.9)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーム(参考)
H 0 1 L 41/08		C 0 4 B 35/49	A 2 C 0 5 7
B 4 1 J 2/045		H 0 1 L 41/08	D 4 G 0 3 1
2/055			U
2/16		41/18	1 0 1 D
C 0 4 B 35/49		41/22	Z
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 9 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-329769(P2001-329769)

(22) 出願日 平成13年10月26日(2001.10.26)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 角 浩二

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100079108

弁理士 稲葉 良幸 (外2名)

Fターム(参考) 2C057 AF65 AG44 AP02 AP32 AP35

AP51 AP52 AP53 AP54 AQ02

4G031 AA11 AA12 AA32 BA10 CA08

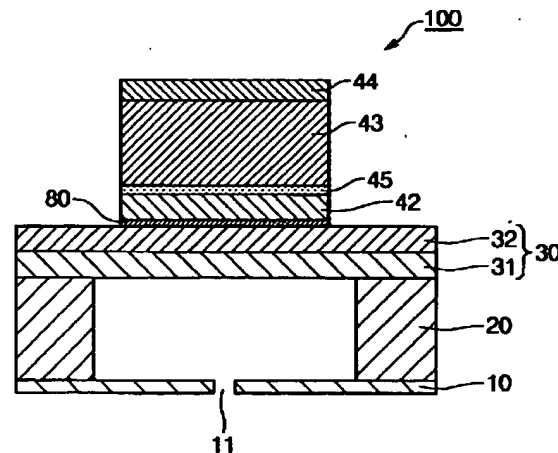
GA05

(54) 【発明の名称】 圧電体薄膜素子およびその製造方法、ならびにこれを用いたインクジェット記録ヘッド及びインクジェットプリンタ

(57) 【要約】

【課題】 圧電体薄膜の結晶状態を適切に制御して、特性に優れた圧電体薄膜素子及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 下部電極42と、該下部電極42上に設けられた圧電体薄膜43と、該圧電体薄膜43上に設けられた上部電極44と、を備える圧電体薄膜素子100であって、前記圧電体薄膜43は、格子定数のa軸とc軸の長さの比(c/a)が1.000以上、1.0005以下であり菱面体晶系の結晶構造を有するPZT結晶に、周期表のIIA族元素の少なくとも一種類が添加されて構成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 下部電極と、該下部電極上に設けられた圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に設けられた上部電極と、を備える圧電体薄膜素子であって、前記圧電体薄膜は、格子定数のa軸とc軸の長さの比(c/a)が1.000以上、1.0005以下であり菱面体晶系の結晶構造を有するPZT結晶に、周期表のIIA族元素の少なくとも一種類が添加されている圧電体薄膜素子。

【請求項2】 前記PZT結晶は、前記圧電体薄膜の厚み方向における(100)面配向度が70%以上である請求項1記載の圧電体薄膜素子。

【請求項3】 ZrとTiのモル比(Zr/Ti)が1.0以上、1.28以下である請求項2記載の圧電体薄膜素子。

【請求項4】 前記周期表のIIA族元素は、Be、Ca、Mg、又はBaである請求項1ないし3のいずれか一項に記載の圧電体薄膜素子。

【請求項5】 前記圧電体薄膜は、周期表のIIA族元素の少なくとも一種類を0.05mol%以上、5.0mol%以下含む請求項1ないし4のいずれか一項に記載の圧電体薄膜素子。

【請求項6】 前記下部電極は、Pt及び/又はIrからなる膜に、Tiが均一に分散して構成されている請求項1ないし5のいずれか一項に記載の圧電体薄膜素子。

【請求項7】 請求項1ないし6のいずれか一項に記載の圧電体薄膜素子を、インクを吐出させるための圧電アクチュエータとして備えたインクジェット記録ヘッド。

【請求項8】 請求項7記載のインクジェット記録ヘッドを印字手段として備えたインクジェットプリンタ。

【請求項9】 下部電極上に、周期表のIIA族元素の少なくとも一種類を含むPZT前駆体を形成した後、これを600℃以上700℃以下で焼成させて格子定数のa軸とc軸の長さの比(c/a)が1.000以上、1.0005以下であり菱面体晶系の結晶構造からなる圧電体薄膜とし、次いで、該圧電体薄膜上に上部電極を形成して圧電体薄膜素子を製造する方法。

【請求項10】 前記下部電極は、基板上にTiを含む密着層を形成した後、該密着層上にPt及び/又はIrからなる膜を形成し、次いで、前記焼成によって、該Pt及び/又はIrからなる膜内に前記密着層中のTiを拡散させて得られる請求項9記載の圧電体薄膜素子を製造する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は圧電体薄膜素子及びその製造方法、ならびにこれを用いたインクジェット記録ヘッド及びインクジェットプリンタに関し、特に、PZTの結晶の歪みによるドメイン発生を防止した圧電体薄膜素子等に関する。

【0002】

【従来の技術】PZT(チタン酸ジルコン酸鉛; $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$)に代表される結晶を含む圧電体薄膜を用いた圧電体薄膜素子は、自発分極、高誘電率、電気光学効果、圧電効果、及び焦電効果等の機能を有し、広範なデバイス開発に応用されている。

【0003】圧電体薄膜素子は、基板、振動板、下部電極、圧電体薄膜、上部電極が順次積層されて構成されている。圧電体薄膜素子は、圧電体薄膜を構成する結晶の状態によって圧電特性が変わるため、圧電体薄膜を成膜するには結晶配向や結晶構造等の結晶状態の制御が必要である。

【0004】圧電体薄膜の成膜方法としては、スパッタリング法、ゾルゲル法、CVD法、レーザアブレーション法等があるが、これらのうち、ゾルの塗布、乾燥、焼成という工程により成膜するゾルゲル法は、結晶状態の制御性に優れている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ゾルゲル法において、焼成して結晶化させる際には、焼成温度が500℃以下の低温であると(低温で結晶化させると)、得られる圧電体薄膜と下部電極との密着性や、下部電極とこれを支持する基板との密着性を十分確保することができないことが知られている。

【0006】そこで、圧電体薄膜と下部電極又は下部電極と基板との密着性を確保するため、焼成温度を高い温度(600℃～700℃)とすることが考えられる。

【0007】しかしながら、焼成温度をキュリー点以上の高温にすると(高温で結晶化させると)、得られるPZT結晶が歪んでしまい、十分な圧電特性が得られないという問題がある。これは、高温で結晶化させるとPZT結晶に対してPZT結晶と基板の線膨張係数差に由来する応力が発生し、結晶が歪むため、90°ドメイン(下部電極に対して結晶方位が90°回転したドメイン)が発生してしまうことに起因するものと考えられる。

【0008】そこで、本発明は、圧電体薄膜の結晶状態を適切に制御して、特性の優れた圧電体薄膜素子及びその製造方法、ならびにこれを用いたインクジェット記録ヘッド及びインクジェットプリンタを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者は鋭意研究の結果、周期表のIIA族元素の少なくとも一種類を添加した所定の結晶を所定の温度で焼成することにより、優れた圧電体薄膜素子が得られることを見出し、本発明をなすに至った。

【0010】本発明に係る圧電体薄膜素子は、下部電極と、該下部電極上に設けられた圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に設けられた上部電極と、を備える圧電体薄膜素子であって、前記圧電体薄膜は、格子定数のa軸とc軸

の長さの比(c/a)が1.000以上、1.0005以下であり菱面体晶系の結晶構造を有するPZT結晶に、周期表のIIA族元素の少なくとも一種類が添加されていることを特徴とする。

【0011】 $1.000 \leq c/a \leq 1.0005$ である結晶構造を有する菱面体晶系(rhombohedral)のPZT結晶に、周期表のIIA族元素の少なくとも一種類が添加された圧電体薄膜を備えることにより、高い圧電特性が得られるとともに、PZTの結晶の歪みによるドメイン発生がほとんどない、優れた圧電体薄膜素子を得ることができる。

【0012】前記PZT結晶とは、チタン酸鉛とジルコン酸鉛との固溶体からなる結晶、又は、チタン酸鉛とジルコン酸鉛とマグネシウム酸ニオブ酸鉛との固溶体からなる結晶であることが好ましい。

【0013】前記圧電体薄膜の膜厚は、0.2 μ m以上、2.0 μ m以下であることが好ましい。

【0014】前記PZT結晶は、前記圧電体薄膜の厚み方向における(100)面配向度が70%以上であることが好ましい。ここで(100)面配向度は、X線回折薄膜法により得られる回折強度(I)を解析し、 $I(100)/\sum I(hkl)$ により求められる。 $\sum I(hkl)$ は、CuK α 線を用いたときの2 θ が20度~60度における全回折強度の和である。これにより、より高い圧電特性が得られるとともに、PZTの結晶の歪みによるドメイン発生がほとんどない、優れた圧電体薄膜素子を得ることができる。

【0015】ZrとTiのモル比(Zr/Ti)は、1.0以上、1.28以下であることが好ましい。

【0016】前記周期表のIIA族元素は、Be(ベリリウム)、Ca(カルシウム)、Mg(マグネシウム)、又はBa(バリウム)であることが好ましい。

【0017】前記圧電体薄膜は、周期表のIIA族元素の少なくとも一種類を0.05mol%以上、5.00mol%以下含むことが好ましい。特に、IIA族元素の少なくとも一種類を0.10mol%以上、3.00mol%以下含むことがさらに好ましい。IIA族元素は複数種類を混合して添加してもよく、その場合にはIIA族元素の総量が上記のようであることが好ましい。

【0018】本発明においては、前記下部電極は、Pt及び/又はIrからなる膜に、Tiが均一に分散して構成されていてもよい。これにより、圧電体薄膜と下部電極との密着性や、下部電極とこれを支持する基板との密着性をより向上させることができる。

【0019】本発明によるインクジェット記録ヘッドは、インクを吐出させるための圧電アクチュエータとして、上記圧電体薄膜素子を備える。

【0020】本発明によるインクジェットプリンタは、上記インクジェット記録ヘッドを印字手段として備える。

【0021】本発明に係る圧電体薄膜素子の製造方法は、下部電極上に、周期表のIIA族元素の少なくとも一種類を含むPZT前駆体を形成した後、これを600℃以上700℃以下で焼成させて格子定数のa軸とc軸の長さの比(c/a)が1.000以上、1.0005以下であり菱面体晶系の結晶構造からなる圧電体薄膜とし、次いで、該圧電体薄膜上に上部電極を形成して圧電体薄膜素子を製造することを特徴とする。

【0022】周期表のIIA族元素の少なくとも一種類を添加したPZT前駆体を所定の温度で焼成することにより、高い圧電特性が得られるとともに、PZTの結晶の歪みによるドメイン発生を防止して、優れた圧電体薄膜素子を製造することができる。これは、IIA族元素の少なくとも一種類を添加することにより、PZT前駆体が結晶化する際のキュリー点(キュリー温度)を高くすることができるので、キュリー点以上の高温で焼成した場合にも膜内にかかる応力を低減させることができることによるものと考えられる。

【0023】上記圧電体薄膜素子の製造方法において、前記下部電極は、基板上にTiを含む密着層を形成した後、該密着層上にPt及び/又はIrからなる膜を形成し、次いで、前記焼成によって、該Pt及び/又はIrからなる膜内に前記密着層中のTiを拡散させて得られるものであってもよい。前記所定の温度で焼成することにより、Pt及び/又はIrからなる膜内にTiを十分に拡散させることができ、Tiが均一に分散した下部電極を得ることができるので、圧電体薄膜と下部電極との密着性や、下部電極とこれを支持する基板との密着性をより向上させることができる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しつつ説明する。なお、本発明はこれらによって何等限定されるものではない。

【0025】(インクジェットプリンタの全体構成)図1に、インクジェットプリンタの斜視図を示す。プリンタには、本体2に、トレイ3、排出口4および操作ボタン9が設けられている。

【0026】本体2はプリンタの筐体であって、用紙5をトレイ3から供給可能な位置に給紙機構6を備え、用紙5に印字できるようにインクジェット記録ヘッド1が配置されている。また、本体2の内部には制御回路8が設けられている。

【0027】トレイ3は、印字前の用紙5を供給機構6に供給可能に構成され、排出口4は、印刷が終了した用紙5を排出する出口である。

【0028】インクジェット記録ヘッド1は、本発明に係る圧電体薄膜素子を備えており、制御回路8から出力される信号Shに対応して、ノズルからインクを吐出可能に構成されている。

【0029】給紙機構6は、モータ600、ローラ60

1、602を備えている。モータ600は制御回路8から出力される信号Shに対応して回転し、この回転力がローラ601、602に伝達され、ローラ601、602の回転によってトレイ3にセットされた用紙5を引き込み、ヘッド1によって印字可能に供給するようになっている。

【0030】制御回路8は、図示しないCPU、ROM、RAM、インターフェース回路などを備えている。制御回路8は、図示しないコネクタを介してコンピュータから供給される印字情報に対応させて、信号を給紙機構6やヘッド1の駆動機構に出力する。

【0031】(インクジェット記録ヘッドの構成)図2に、本発明に係る圧電体薄膜素子の分解斜視図を示す。

【0032】ヘッドは、ノズル板10、圧力室基板20、振動板30、下部電極42、圧電体薄膜43および上部電極44から構成される。

【0033】圧力室基板20は、圧力室21、側壁22、リザーバ23および供給口24を備えている。圧力室21は、シリコン等の基板をエッチングすることによりインクなどを吐出するために貯蔵する空間として形成されたものである。側壁22は、圧力室21を仕切るよう形成されている。リザーバ23は、インクを共通して各圧力室21に充たすための流路となっている。供給口24は、リザーバ23から各圧力室21へインクを導入できるように形成されている。

【0034】ノズル板10は、圧力室基板20に設けられた圧力室21の各々に対応する位置にそのノズル穴11が配置されるよう、圧力室基板20の一方の面に貼りあわせられている。

【0035】圧力室21およびノズル穴11は、一定のピッチで連設されて構成されている。このノズル間のピッチは、印刷精度に応じて適時設計変更が可能であり、例えば400dpi(dot per inch)となるように配置される。

【0036】振動板30の上には、各圧力室21に対応する位置に、下部電極42、圧電体薄膜43および上部電極44が設けられており、これらは圧電アクチュエータとして機能する。振動板30には、インクタンク口35が設けられて、図示しないインクタンクに貯蔵されているインクを圧力室基板20内部に供給可能になっている。

【0037】(層構成)図3に、圧電体薄膜素子の断面図を示す。図3に示すように、圧電体薄膜素子100は、ノズル板10を備えた圧力室基板20の上に振動板30が積層され、この上に密着層80、下部電極42、種Ti膜45、圧電体薄膜43、上部電極44が順次積層されて構成されている。

【0038】圧力室基板20としては、厚さ220μm程度のシリコン単結晶基板が好ましい。

【0039】振動板30は、二酸化ケイ素膜、酸化ジル

コニウム膜、酸化タンタル膜、窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜などが好適である。特に、圧力室基板20の上に形成される二酸化ケイ素(SiO₂)からなるSiO₂膜31と、当該SiO₂膜31の上に形成された酸化ジルコニウム(ZrO₂)膜からなるバリア層32との積層からなることが好ましい。

【0040】密着層80は、チタン、酸化チタン又はその積層体からなることが好ましい。密着層80の膜厚としては、10nm以上20nm未満が好適である。

【0041】下部電極42は、Pt及び/又はIrからなる膜内にTiが均一に分散して構成される。すなわち、イリジウムの単層、白金の単層、イリジウムと白金との合金からなる膜、あるいは、イリジウム層/白金層、白金層/イリジウム層、イリジウム層/白金層/イリジウム層といった積層構造として構成され、これにTiが均一に分散して構成されることが好ましい。下部電極42は、後述するPZT前駆体の焼成によって、Pt及び/又はIrからなる膜内に、密着層80中のTiを均一に拡散させて得られる。

【0042】下部電極42の上には、種Ti膜45を形成する。種Ti膜45を形成することにより、その上に成膜される圧電体薄膜43の配向を制御することができる。種Ti膜45の膜厚は、好ましくは3nm~10nmであり、より好ましくは5nmである。この種Ti膜は一樣の厚みで形成するほかに、島状となってもよい。

【0043】圧電体薄膜43は、格子定数のa軸とc軸の長さの比(c/a)が1.000以上、1.0005以下であり菱面体晶系の結晶構造を有するPZT結晶に、周期表のIIA族元素の少なくとも一種類が添加されて構成される。この圧電体薄膜43は、下部電極42の上に周期表のIIA族元素の少なくとも一種類を含むPZT前駆体を形成した後、これを600℃以上、700℃以下で焼成させることにより形成することができる。

【0044】圧電体薄膜43の膜厚は0.2μm以上、2.0μm以下であることが好ましい。

【0045】PZT結晶は、該圧電体薄膜43の厚み方向における(100)面配向度が70%以上であることが好ましい。また、PZT結晶においては、ZrとTiのモル比(Zr/Ti)は、1.0以上、1.28以下であることが好ましい。

【0046】前記周期表のIIA族元素は、Be(ベリリウム)、Ca(カルシウム)、Mg(マグネシウム)、又はBa(バリウム)であることが好ましい。

【0047】前記圧電体薄膜は、周期表のIIA族元素の少なくとも一種類を0.05mol%以上、5.00mol%以下含むことが好ましい。特に、IIA族元素の少なくとも一種類を0.10mol%以上、3.00mol%以下含むことがさらに好ましい。IIA族元素

は複数種類を混合して添加してもよく、その場合にはI
IA族元素の総量が上記のようであることが好ましい。

【0048】上部電極44は、通常電極として用いること
ができる導電性材料であれば特に限定されるものでは
なく、例えば、Pt、RuO₂、Ir、IrO₂等の単
層膜又はPt/Ti、Pt/Ti/TiN、Pt/Ti
N/Pt、Ti/Pt/Ti、TiN/Pt/TiN、
Pt/Ti/TiN/Ti、RuO₂/TiN、IrO₂
/Ir、IrO₂/TiN等の2層以上の積層膜であ
ってもよい。

【0049】(印刷動作)以下に、上記インクジェット
記録ヘッドの印刷動作を説明する。制御回路から駆動信
号が出力されると、供給機構が動作し用紙がヘッドによ
って印刷可能な位置まで搬送される。制御回路から吐出
信号が供給されず圧電体素子の下部電極と上部電極との
間に電圧が印加されていない場合、圧電体薄膜層には変
化を生じない。吐出信号が供給されていない圧電体素子
が設けられている圧力室には圧力変化が生じず、そのノ
ズル穴からインク滴は吐出されない。

【0050】一方、制御回路から吐出信号が供給され圧
電体素子の下部電極と上部電極との間に一定電圧が印加
された場合、圧電体薄膜層に変形を生じる。吐出信号が
供給された圧電体素子が設けられている圧力室ではその
振動板が大きいたわむ。このため圧力室内の圧力が瞬間
的に高まり、ノズル穴からインク滴が吐出される。ヘッ
ド中で印刷させたい位置の圧電体素子に吐出信号を個別
に供給することで、任意の文字や図形を印刷させること
ができる。

【0051】(製造方法)次に、図4および5を参照し
ながら、圧電体薄膜素子の製造工程を説明する。

【0052】〔振動板の成膜工程〕まず、図4(A)に
示すように、シリコンからなる圧力室基板20上に、熱
酸化やCVD法等の成膜法を用いて、膜厚約1μmのS
iO₂膜31を形成する。

【0053】次に、図4(B)に示すように、SiO₂
膜31上にZrO₂膜からなるバリア層32を成膜す
る。バリア層32の成膜法としては、ゾルゲル法、ジル
コニウムをターゲットとした酸素ガスの導入による反応
性スパッタリング法、酸化ジルコニウムをターゲットと
したRFスパッタリング法、DCスパッタリング法でジ
ルコニウムを成膜した後熱酸化する方法、イオン注入
法等を用いる。

【0054】〔密着層の成膜工程〕次に、図4(C)に
示すように、振動板の上にTiを含む密着層80を形成
する。具体的には、バリア層32上に、チタン、酸化チ
タン又はその積層体からなる密着層80をスパッタ法等
により形成する。このチタン又は酸化チタンは、後述す
る圧電体薄膜43の成膜工程における焼成によって下部
電極42内を拡散し均一に分散する。

【0055】なお、バリア層32を設けずに、SiO₂

膜31上に直接密着層80を形成してもよい。

【0056】〔下部電極の成膜工程〕次いで、図4
(D)に示すように、密着層80上に下部電極42を形
成する。具体的には、Pt及び/又はIrからなる膜
を、CVD法、電子ビーム蒸着法、スパッタ法等により
成膜した後、後述するPZT前駆体の焼成によって内部
に密着層80内のTiを均一に拡散させて、下部電極4
2を得る。Pt及び/又はIrからなる膜の成膜例とし
ては、例えば、膜厚200nm程度の白金層を形成した
り、あるいは、膜厚100nm程度の白金層を形成した
後、この上に膜厚100nm程度のイリジウム層を形成
したものが挙げられる。

【0057】〔種Ti膜の成膜工程〕続いて、図4
(E)に示すように、DCマグネトロンスパッタ法、C
VD法、蒸着法等の成膜法を用いて、下部電極42の上
に種Ti膜45を形成する。種Ti膜45の膜厚は、3
nm~10nmの範囲が好ましい。この種Ti膜は一樣
の厚みで形成するほかに、島状となってもよい。

【0058】〔圧電体薄膜の成膜工程〕次に、図4
(F)に示すように、ゾルゲル法によって種Ti膜45
の上に圧電体薄膜43を成膜する。ゾルゲル法は、金属
の水酸化物の水和錯体(ゾル)を、脱水処理してゲルと
し、このゲルを加熱焼成して無機酸化物を成膜するとい
うものである。ゾルゲル法を用いると、下部電極42上
に設けられた種Ti膜45側から上方に向けて順にPZ
T結晶が成長していくため、PZT結晶の配向性を適切
に制御することができる。

【0059】ゾルゲル法を用いて圧電体薄膜43を形成
する場合、まず、チタン、ジルコニウム、鉛、亜鉛など
の金属のメトキシド、エトキシド、プロポキシドもしくは
ブトキシドなどのアルコキシドまたはアセテート化合
物(Zr/Tiモル比が1.0以上1.28以下)を、
酸などで加水分解して、さらにBe、Ca、Mg、Ba
等のIIA族元素を全体に対して0.05mol%以上
5.00mol%以下添加して、ゾルを調整する。次い
で、調整したゾルを種Ti膜45の上に塗布する。

【0060】ゾルを塗布した後、これを一定温度下にて
一定時間乾燥させ、ゾルの溶媒を蒸発させる。乾燥温度
は150℃以上200℃以下であることが好ましく、乾
燥時間は5分以上15分以下であることが好ましい。

【0061】乾燥後、さらに大気雰囲気下において一定
の脱脂温度にて一定時間脱脂する。脱脂温度は300℃
以上500℃以下であることが好ましい。脱脂時間は5
分以上90分以下であることが好ましい。脱脂により金
属に配位している有機物が金属から解離し酸化燃焼反応
を生じ、大気中に飛散する。

【0062】次に、これを焼成して、結晶化させて圧電
体薄膜43とする。焼成温度は、600℃以上700℃
以下とする。600℃以下では圧電体薄膜43と下部電
極42との密着性や、下部電極42と圧力室基板20と

の密着性を十分に確保することができず、一方700℃以上では圧電体薄膜43におけるPZT結晶が歪んでしまい、十分な圧力特性が得られないためである。焼成には、RTA (Rapid Thermal Annealing) 装置や拡散炉等を用いる。

〔上部電極の成膜工程〕以上により形成された圧電体薄膜43上に、図4 (G) に示すように、上部電極44を形成する。例えば、イリジウムを100nmの膜厚となるようにDCスパッタ法により成膜する。

【0063】〔エッチング工程〕次に、図5 (A) に示すように、上部電極44上にレジストをスピコートし、圧力室が形成されるべき位置に合わせて露光・現像してパターンニングする。残ったレジストをマスクとして上部電極44、圧電体薄膜43、種Ti膜45および下部電極42をイオンミリングやドライエッチング法などでエッチングする。

【0064】〔圧力室形成工程〕続いて、図5 (B) に示すように、圧力室が形成されるべき位置に合わせてエッチングマスクを施し、平行平板型反応性イオンエッチングなどの活性気体を用いたドライエッチングにより、予め定められた深さまで圧力室基板20をエッチングし、圧力室21を形成する。ドライエッチングされずに残った部分は側壁22となる。

【0065】〔ノズル板貼り合わせ工程〕最後に、図5 (C) に示すように、接着剤を用いてノズル板10を圧力室基板20に貼り合わせる。この際には、各ノズル11が圧力室21の各々の空間に対応して配置されるよう位置合せする。ノズル板10を貼り合わせた圧力室基板20を図示しない筐体に取り付け、インクジェット記録ヘッドを完成させる。

【0066】〔実施例〕本実施形態の製造方法に従い、圧電体薄膜素子を製造した。

【0067】具体的には、まず、厚み200μmのシリコンからなる圧力室基板20上に、熱酸化によって膜厚1.0μmのSiO₂膜31を形成し、さらにその上に、チタンからなる膜厚20nmの密着層80をスパッタ法により形成した。次いで、CVD法によって膜厚100nmの白金層を成膜した後CVD法によって膜厚100nmのイリジウム層を成膜して、下部電極42を形成した。続いて、DCマグネトロンスパッタ法によって、下部電極42の上に膜厚5nmの種Ti膜45を形成した。

【0068】そして、PZT膜の出発原料として、PbTiO₃、PbZrO₃の混合溶液からなる2成分系のゾルを調整した。調整したゾルを1500rpm条件下にて種Ti膜の上に200nmの厚さにスピコレーティングした。これを180℃にて10分間乾燥させた後、380℃にて10分間脱脂し、前駆体層を得た。こ

の前駆体層を650℃にて30分間加熱することにより焼成させ、以上の工程を複数回繰り返すことにより膜厚が1.0μmである圧電体薄膜43を得た。

【0069】次に、圧電体薄膜43の上にDCスパッタ法を用いて、イリジウムを成膜し、膜厚50nmの上部電極44を形成した。

【0070】以上のようにして得られた圧電体薄膜素子100の一部断面写真及びその模写図を図6に示す(種Ti膜45は図示を省略する)。図6に示すように、Pt/Irの積層体からなる下部電極42内に、密着層80中のTiが均一に拡散していることが分かった。

【0071】また、圧電体薄膜43は格子定数のa軸とc軸の長さの比(c/a)が1.0002である菱面体晶系の結晶構造を有していた。また、圧電体薄膜43の厚み方向における(100)面配向度は80%であった。さらに、得られた圧電体薄膜素子100の圧電定数を測定したところ、25Vにおける圧電定数は160pC/Nであり、良好な圧電特性が得られた。

【0072】

20 【発明の効果】本発明によれば、上記構成とすることにより、圧電体薄膜の結晶状態を適切に制御して、結晶の歪みの発生を防止した、信頼性の高い圧電体薄膜素子ならびにこれを用いたインクジェット記録ヘッド及びインクジェットプリンタを得ることができる。

【0073】また、下部電極をTiが均一に分散した構成とすることにより、圧電体薄膜と下部電極との密着性や下部電極と基板との密着性をより向上させることができ、より信頼性の高い圧電体薄膜素子ならびにこれを用いたインクジェット記録ヘッド及びインクジェットプリンタを得ることができる。

30 【図面の簡単な説明】

【図1】 インクジェットプリンタの斜視図である。

【図2】 インクジェット記録ヘッドの分解斜視図である。

【図3】 圧電体薄膜素子の断面図である。

【図4】 圧電体薄膜素子の製造工程断面図である。

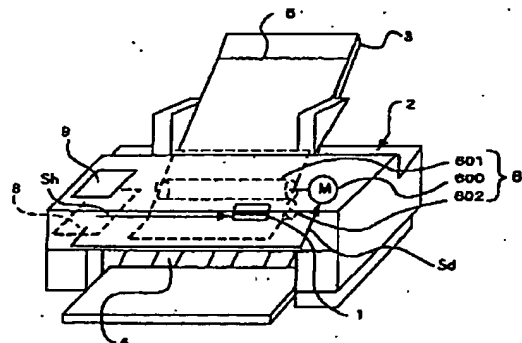
【図5】 圧電体薄膜素子の製造工程断面図である。

【図6】 実施例における圧電体薄膜素子の一部断面写真(a)及びその模写図(b)である。

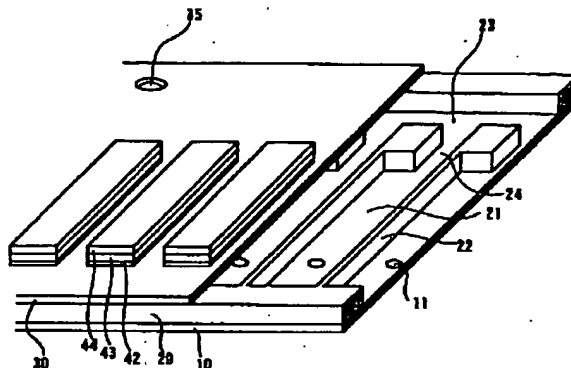
40 【符号の説明】

10…ノズル板、11…ノズル穴、20…圧力室基板、30…振動板、31…SiO₂膜、32…バリア層、42…下部電極、43…圧電体薄膜、44…上部電極、45…種Ti膜、80…密着層、100…圧電体薄膜素子、1…インクジェット記録ヘッド、2…本体、3…トレイ、4…排出口、5…用紙、6…給紙機構、8…制御回路、600…モータ、601…ローラ、602…ローラ、9…操作ボタン

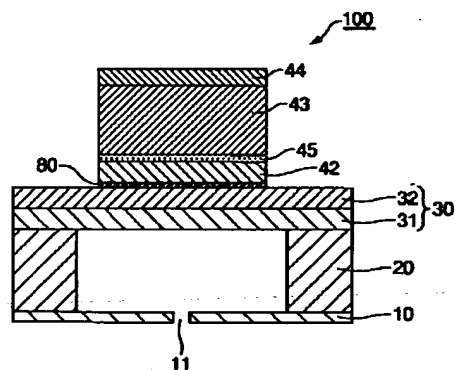
【図1】



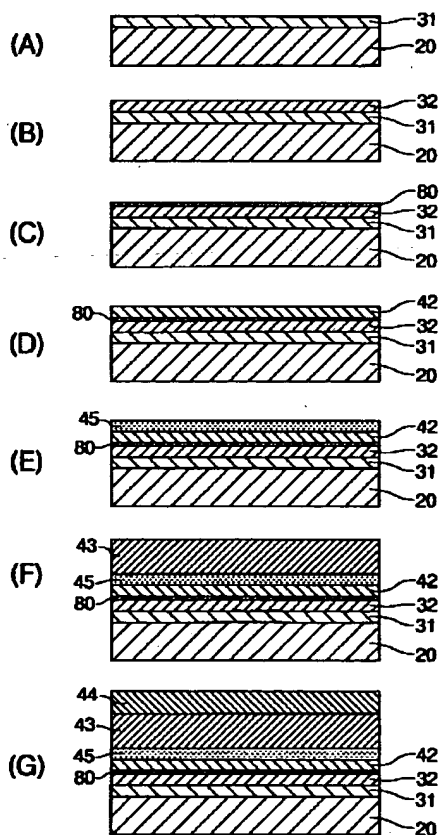
【図2】



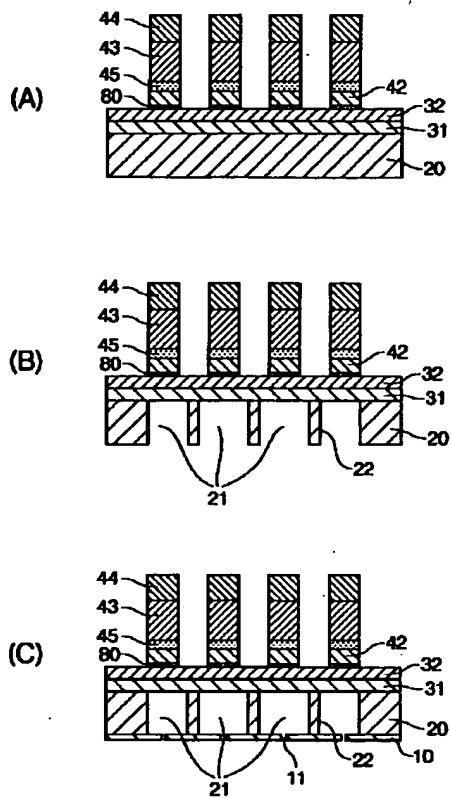
【図3】



【図4】



【図5】

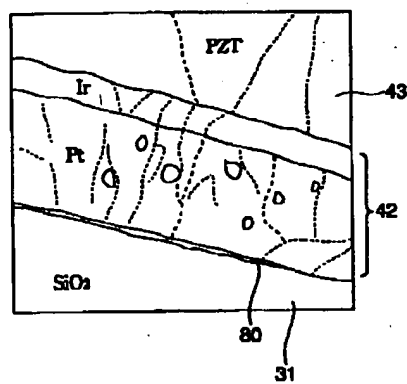


【図6】

(a)



(b)



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

識別記号

F I

タームコード(参考)

H 0 1 L 41/09

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A

41/187

1 0 3 H

41/22